УДК 159.938: 57.024

Ю.П. Горго
Інститут проблем штучного інтелекту МОН України і НАН України, Україна
пр. Академіка Глушкова, 40, м. Київ, 03680

КІБЕРНЕТИЧНО - ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Yu.P. Gorgo
Institute of artificial intelligence problems of MES and NAS of Ukraine, Ukraine
40, Academician Glushkov av., Kyiv, 03680

CYBERNETICAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL APPROACH TO DETERMINATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

У статті розглядаються кібернетичний та психофізіологічний підходи для визначення структури та особливостей інтелектуальних систем у живій природі та навколишньому середовищі, а також систем штучного інтелекту.

Ключові слова: штучний інтелект, інтелект людини, самоорганізація.

In the article view of cybernetic and psychophysiological approaches for determination of structure and features of the intellectual systems in nature and in an environment, as well as intelligence systems

Keywords: artificial intelligence, human’s intellect, self-organization.

Вступ

Останнім часом виникають дискусії відносно наповнення та структурної форми поняття «штучний інтелект». Це має важливе значення, оскільки розробки та пошуки у напрямках, пов’язаних зі штучним інтелектом, дуже актуальні та своєчасні. Штучний інтелект часто пропонують як модель чи систему, що визначаються параметрами інтелекту людини. Але інтелект людини - це один із проявів інтелектуальної системи в природі [1, 2, 4]. У роботі будуть висловлені думки відносно кібернетичного та психофізіологічного поглядів для визначення особливостей інтелектуальних систем у живій природі і в навколишньому середовищі.

Постановка проблеми

Ми притримуємось думки, що інтелектуальні системи, як і інші системи - це сукупність елементарних структур або процесів, що відносно взаємодіють між собою та поєднані в ціле виконанням деякої спільної функції, що не зводиться до функцій її компонентів [3]. Загальна характеристика будь-якої системи полягає в пізнанні всієї сукупності значень величин, що визначають її поведінку: елементів, підсистем, блоків, каналів зв’язку, станів системи. Будь-яка система одночасно є елементом системи більш високого рівня, а будь-який елемент може бути системою, що складається із більш простих елементів. Стани системи обумовлені її визначеністю та складністю - це ті параметри, що визначають поведінку системи в певних умовах. Відомо, що від *визначеності та складності* систем залежить формулювання принципів виділення живих систем за їх особливими властивостями, визначення їх місця серед інших систем природи та математичного апарату для опису поведінки системи [1, 3].

Станіслав Бір запропонував ділити системи на 3 класи за ступенем складності **S** структури з **N** елементів $\mathbf{S=lg\,N}$ [1]:

1) прості динамічні $1 < \mathbf{S} < \mathbf{3}$ **;**
2) складні, що піддаються опису $3 < \mathbf{S} < \mathbf{6}$ **;**

3) дуже складні 6 < **S** < **9.**

Складність системи утворюється збільшенням кількості елементів, розгалуженістю структури і різноманітністю внутрішніх зв'язків. При цьому сама система може бути *замкненою чи відкритою,* що в повній мірі відноситься до системи *інтелекту людини*.

За ступенем визначеності (*організації* **R**) функціонування систем проходить за правилом Генрі Ферстера [1, 3] у вигляді: **R = 1 - Hx / Hmax,**

де **Hmax = log n,** **H(x) = -** $\sum_{i=1}^{n} p_i \log p_i$ **,** *Hmax* - максимальна невизначеність системи, *H(x)* - поточна невизначеність системи**;** *n* - кількість станів системи, *Pi* - ймовірність прийняття системою *i* - того стану.

З таким підходом теж існують 3 категорії:

1) детерміновані (однозначно діючі), **0,6 ≤ R < 1**;

2) ймовірнісні, **0,3 < R < 0,6**;

3) квазідетерміновані, **0 < R < 0,3.**

На рис. 1. подана модифікована класифікація систем [1,3], в якій враховується поділ систем за *визначеністю та складністю*. У цій класифікації також наведені місця, які можуть займати *Інтелект* та *Штучний Інтелект*. Раніше проведені розрахунки організації по Г. Ферстеру, Ю. Антомонову дозволили оцінити інформаційні особливості різних систем людини та тварин [3].

Простота структури характеризується невеликою кількістю елементів у системі. Простою є кінематична система машини, що складається з невеликої кількості деталей, або система із нервової клітини і двох синапсів: збуджуючого і гальмуючого. Складність системи утворюється зростанням кількості елементів, розгалуженістю структури і різноманітністю внутрішніх зв'язків (рис.1). До складних систем, що припускають своє поелементне описування, відноситься автоматична поточна лінія або полісинаптична рефлекторна дуга. Ми вважаємо, що рефлекторна дуга сама по собі є елементом прояву штучного інтелекту. До дуже складних детермінованих систем відносимо сучасних роботів і роботизовані системи.

Організація R

		Прості	*Складні*	*Дуже складні*
1	Детерміновані	Віконна засувка, проект будівлі	Цифрові та аналогові ЕОМ, автоматизація, рефлекторна дуга	*Роботи та роботизовані системи*
0,6	Ймовірнісні	Підкидання монети, рухи медузи, контроль якості товару	Зберігання запасів, *умовні рефлекси*, прибуток фірми, *Штучний Інтелект*	Економіка, *Штучний Інтелект людини*
0,3 / **0**	Квазідетерміновані	*Поведінкові реакції*, *Інтелект, робота мозку*	*Соціальні процеси*, історичний та релігійний розвиток	*Всесвіт* Створення світу

Складність S

Рис.1. Графік-класифікація систем за С. Біром, Ю. Антомоновим, Ю. Горго [1,3]. Курсивом вказані місця систем у наведеній класифікації, про які буде йти мова далі.

Однак, при подальшому ускладненні системи досягають такого ступеня визначеності, що їх поелементне описування стає неможливим: дуже багато варіантів рішення. Система стає ймовірнісною і вже неможливо описати поведінку системи через поведінку всіх її елементів, так само, як і передбачити поведінку кожного елемента. Серед технічних систем, крім систем, які мають елементи штучного інтелекту, важко знайти приклади системи, які неможливо описати мовою поведінки її деталей, тут важливу роль відіграє попередня умова конструкції. У той же час, нескінченна різноманітність живих систем і, в першу чергу, нервова система високоорганізованих тварин і людини, відносяться до категорії квазідетермінованих, тобто недоступних для поелементного опису. Такі системи створюють *Інтелект.*

Основна частина

Ми вважаємо, що інтелектуальні системи отримали свій розвиток від більш простих систем за рахунок самоорганізації та збільшення рівнів регуляції. Уявлення про ієрархію взаємопов'язаних рівнів регуляції, що знаходяться у певному підпорядкуванні, відповідає основним положенням кібернетичної теорії управління. Н. Вінер та У.Р. Ешбі [1,5] вважали взаємодію підпорядкованих алгоритмів ***головною умовою*** роботи систем, що *самоорганізуються*.

Ляпунов А. А. [2] розглядав пристосувальну поведінку живого організму як функцію багатоярусної системи управління і дійшов висновку, що еволюція живого здійснюється, в основному, шляхом відбору і розвитку нових ярусів керуючої системи. Відомо, що у тварин існує 2 системи, які подають керуючі сигнали – нервова (система швидкої передачі інформації) та гуморальна (система повільної передачі інформації). От в них і розвиваються ці яруси, шляхом самоорганізації.

Для розуміння еволюції рефлекторного управління, яке є першим елементом *інтелектуального управління*, надзвичайно важливо вивчення і уточнення основних рівнів керуючих механізмів і оцінка біологічного значення та специфіки кожного з них [2]. Виходячи із сучасних відомостей психофізіології та нейрофізіології, а також теорії автоматичного регулювання, досить умовно, можна виділити шість таких рівнів [2, 3]: елементарні безумовні рефлекси, координаційні безумовні рефлекси, інтегративні безумовні рефлекси, найскладніші безумовні рефлекси, елементарні умовні рефлекси, складні форми вищої нервової (психічної) діяльності.

Принциповою відміною умовно рефлекторного рівня управління від усіх інших є те, що всі вони не існують заздалегідь, а утворюються в процесі індивідуального життя. При цьому, якщо безумовні рефлекси генетично обумовлені, то *умовні рефлекси* - яскраво виражена *система, що самоорганізується*. Часто повторюваний у*мовний рефлекс* стає *набутим безумовним рефлексом* і при фенотипічному розвитку такий рефлекс теж може стати генетично обумовленим. Для біологічних об'єктів при процесах самоорганізації треба враховувати, що адаптація - це філогенетичний процес, а пристосування – це онтогенетичний процес [5]. Звідси, *самоорганізація – процес максимального пристосування та адаптації до певних (і часто змінених) умов середовища.*

Виходячи з цих розсудів та враховуючи принципи рефлекторного рівня управління у біологічних об'єктів, ми пропонуємо наступні положення, що потребують подальшого розгляду та дискусії, при підході до оцінки поняття «*Інтелект*». *Інтелект* існує у всього, *що самоорганізується.* Враховуючи відоме висловлювання В.М. Глушкова [1], вважаємо, що *інтелект – це можливість рішення ймовірнісних задач у різних умовах середовища з використанням досвіду (інстинктів) та знань (ступеня навчання) об'єкта. Інтелект існує у всього, що може розмножуватись.* Рослини теж мають *інтелект,* але він носить вегетативний характер на відміну від тварин, у яких *інтелект* має психофізіологічний характер.

Ці кібернетичний та психофізіологічний підходи для визначення структури *Інтелекту* біологічних об'єктів відображені на рис.2, де подаються блоки, що, на нашу думку, формують *Інтелект людини*. При цьому ми враховували, що ***мозок*** - це «чорний ящик» і загальні принципи роботи мозку не зрозумілі. Крім того, основна, генетично обумовлена, відзнака людини від тварини, це - наявність *абстрактного мислення* [2], тобто це – можливість вирішувати абстрактні задачі і створювати абстрактні образи. Звідси, *абстрактне мислення* – це один з основних компонентів та відмінностей інтелекту людини від інтелекту інших біологічних об'єктів. На рис.2 представлене наше уявлення про вплив на формування інтелекту людини певних психофізіологічних і соціальних параметрів, а також - кібернетичних принципів управління та зв'язків із середовищем.

На рис.2 показано, що пам'ять - необхідна та невід'ємна частина інтелекту, що створює *розум*. Але слід пам'ятати, що пам'ять біологічних об'єктів має вегетативну та психофізіологічну складові. *Мислення* - суб'єктивна реалізація досвіду, ступеня навчання та знань у поняттях кодових значень (рис.2).

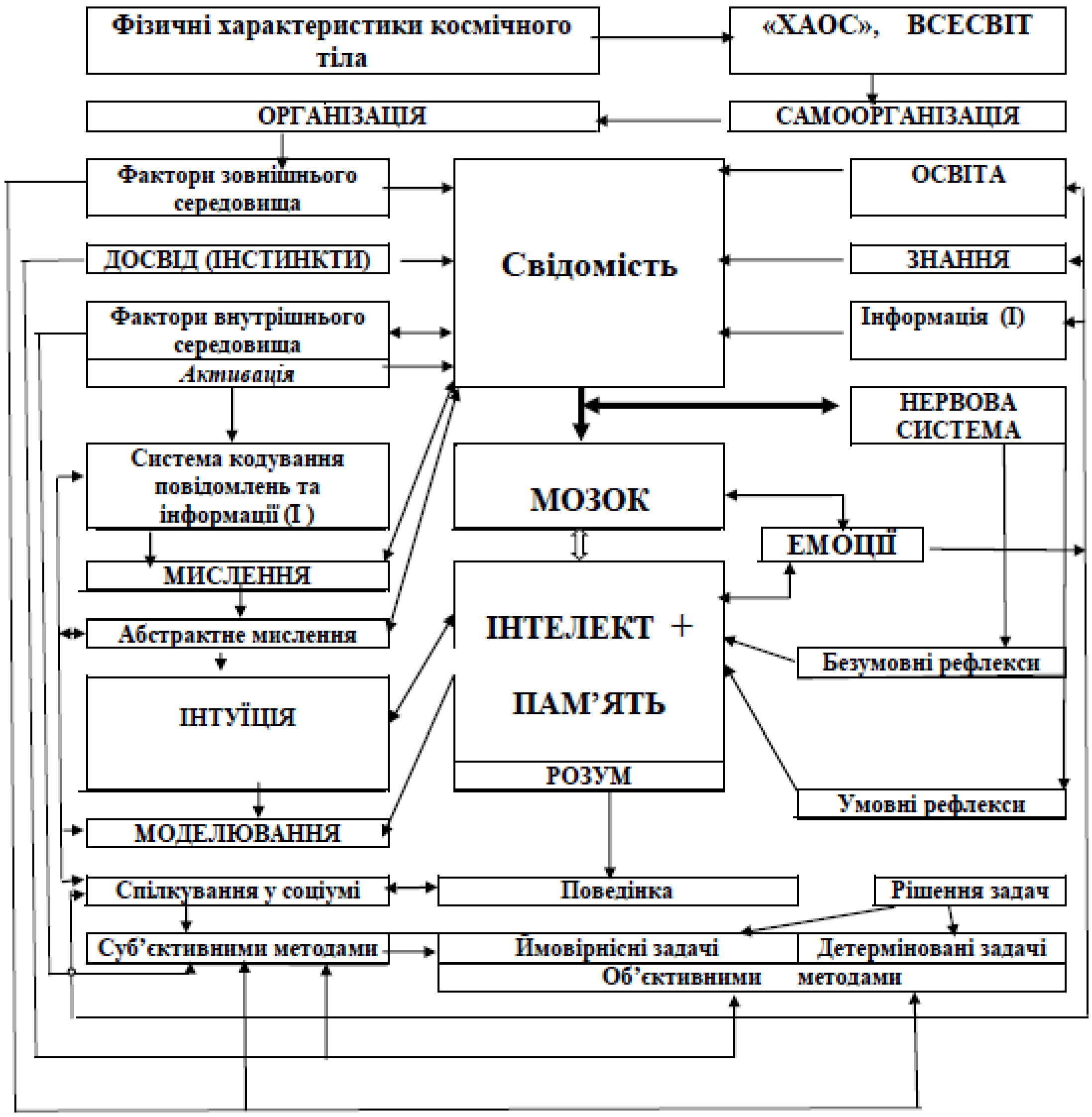


Рис. 2. Кібернетичний і психофізіологічний підхід до структури інтелекту людини

Ми враховували, що *свідомість* визначається ступенем активації мозку. Відомо, що *активація* – енергетичний вегетативний процес, що регулюється спинним мозком, підвищення біофізичних та біохімічних характеристик нервової та інших тканин до надпорогових певних значень [2]. Ми також враховували, що свідомість у людини може відображати навколишні явища за схемою, поданою на рис. 3 [2], як об'єктивно, так і суб'єктивно, що багато в чому визначає напрямок розвитку інтелекту людини.



Рис. 3. Об'єктивні та суб'єктивні показники, що впливають
на характеристики свідомості у людини

І останнє, враховуючи блок-схему, подану на рис. 2, ми вважаємо, що *Штучний інтелект – це технічна, інформаційна чи натурна модельна реалізація всіх елементів, що створюють ІНТЕЛЕКТ* (рис. 4).

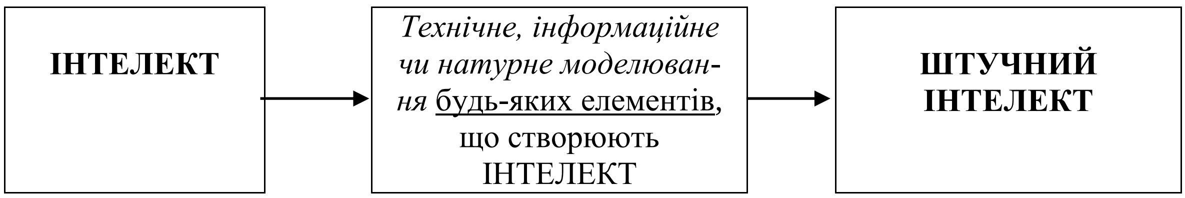


Рис.4. Блок-схема формування штучного інтелекту з елементів Інтелекту.

Висновки

Враховуючи наведені вище роздуми, можна зробити такі висновки:

1. За визначеністю та складністю, системи інтелекту, штучного інтелекту та інтелекту людини знаходяться в діапазоні від складних ймовірнісних до простих квазідетермінованих систем, і визначення їх місця серед інших систем природи дозволяє визначити можливі математичні апарати для опису особливостей роботи систем.

2. На формування та структуру інтелекту людини мають суттєві впливи певні психофізіологічні параметри, фактори зовнішнього та соціального середовищ, а також кібернетичні принципи управління та зв'язків у системах.
3. Інтелект – це можливість рішення ймовірнісних задач у різних умовах середовища з використанням досвіду (інстинктів) та знань (ступеня навчання) біологічних об'єктів.
4. Ми вважаємо, що штучний інтелект – це технічна, інформаційна чи натурна модельна реалізація будь-яких елементів, що створюють природний інтелект.

Література

1. Антомонов Ю.Г. Системы. Сложность. Динамика/ Ю.Г.Антомонов - Киев: Наукова думка, 1969. - 113 с.
2. Горго Ю.П. Основи психофізіології. Навчальний посібник / Ю.П.Горго, Г.М.Чайченко. – Херсон: Персей, 2002. - 248 с.
3. Горго Ю.П. Фізіологічна кібернетика та інформатика людини (лекції) / Ю.П.Горго. – Київ: ВК «Поліграфсервіс», 2010. - 99 с.
4. Рассел С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг; [пер. з англ.] 2-е изд.: – М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. – 1408 с.
5. Эшби У.Р. Принципы самоорганизации / У.Р. Эшби [пер. з англ.] -М.: Мир, 1966. - С.73-98.

Literatura

1. Antomonov Yu.G. Sistemyi. Slozhnost. Dinamika / Yu.G.Antomonov - Kiev: Naukova dumka, 1969. - 113 s.
2. Horho Yu.P. Osnovy psykhofiziolohiyi. Navchal'nyy posibnyk / Yu.P.Horho, H.M.Chaychenko. – Kherson: Persey, 2002. - 248 s.
3. Horho Yu.P. Fiziolohichna kibernetyka ta informatyka lyudyny (lektsiyi) / Yu.P.Horho. – Kyiv: VK «Polihrafservis», 2010. - 99 s.
4. Rassel S. Iskusstvennyiy intellekt: sovremennyiy podhod / S. Rassel, P. Norvig; [per. z angl.] 2-e izd.: – M.: Izdatelskiy dom «Vilyams», 2008. – 1408s.
5. Eshbi U.R. Printsipyi samoorganizatsii / U.R. Eshbi [per. z angl.] -M.: Mir, 1966. - S.73-98.

RESUME

Yu.P. Gorgo

Cybernetical and psychophysiological approach to determination of artificial intelligence

In the article view of cybernetic and psychophysiological approaches for determination of structure and features of the intellectual systems in nature and in an environment, as well as intelligence systems. It is shown, that systems of intellect, artificial intelligence and human's intellect after definiteness and complication are found in a range from difficult probabilistic to the simple quasi-deterministic systems. It allows defining possible mathematical vehicles for description of features of work of the systems.

On forming and structure of human's intellect psychophysiological parameters, factors of external and social environments, and also cybernetic principles of management and communications in the systems have substantial influences.

Taking into account principles of reflex level of management at biological objects, estimation of notion «Intellect» is offered. The Intellect is possibility of decision of probabilistic problems in different terms of environment with the use of experience (instincts) and knowledge's (degree of teaching) of biological objects.

The Intellect exists at all, that can self-organization. An intellect exists at all, that can propagate oneself. The plants also have an intellect, but he carries a vegetative character unlike animals at which an intellect carries a psychophysiological character.

We consider that «Artificial Intelligence» is technical, informative or nature model realization of any elements, that create «Intellect».

Надійшла до редакції 30.11.2016